

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada bagian ini, akan menjelaskan tentang dasar teori sebagai parameter dalam penelitian untuk mengetahui tingkat pengetahuan dasar masyarakat dalam pengelanaan dan kelayakan akan instalasi listrik rumah teggangan rendah.

1. Pengetahuan dalam KBBI adalah apapun yang diketahui berkenaan dengan suatu hal. (Depdikbud, 1993;884).
2. Pengetahuan atau *knowlwdge* ialah sesuatu yang diketahui berupa apa saja tanpa syarat tertentu, bisa sesuatu yang dengan atau tanpa metode ilmiah. (Marzoeki, 2000;9).
3. Masyarakat adalah sejumlah manusia dalam arti luas yang terkait dalam suatu kebudayaan yang dianggap sama. (Depdikbud, 1993;564).
4. Kelayakan adalah suatu kegiatan untuk meninjau sejauh mana manfaat yang bisa diperoleh dan mengambil satu keputusan. (Yacob Ibrahim, 1998;1).
5. Kelayakan adalah perihal dari sesuatu yang dianggap layak (pantas,patut) yang berarti juga kepantasan dan kepatutan. (KBBI).

Tingkat pengetahuan dasar masyarakat adalah suatu keadaan manusia yang berkenaan dengan suatu hal yang diketahui untuk dapat mengambil suatu keputusan tentang sesuatu yang layak.

Pengetahuan masyarakat akan dasar – dasar kelistrikan khusunya instalasi listrik teggangan rendah pada rumah tinggal dan kelayakannya ditentukan oleh pemahaman mereka tentang dasar kelistrikan, pemasangan instalasi listrik yang benar dan pegamanan dari bahaya listrik yang disebabkan oleh berbagai faktor.

2.2 Hasil Penelitian Terkait

Hasil penelitian terkait yang telah dilakukan dan berkaitan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

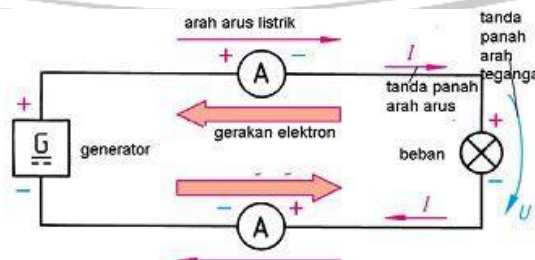
1. Penelitian yang dilakukan oleh Alfith dan M. Hasan Ali (2013), mengenai kelayakan instalasi listrik dalam rumah setelah 10- 15 tahun yang ditentukan oleh beberapa penyebab seperti seperti tahanan isolasi, tahanan pentanahan (*grounding*), besar luas penampang dan pengaman instalasi.
2. Setiabudy R, dkk (2015), melakukan penelitian mengenai pengenalan dan pelatihan instalasi listrik kepada anak putus sekolah agar dapat diberikan bekal ilmu pengetahuan dan dapat dipergunakan untuk melamar pekerjaan, melakukan pemasangan dan perbaikan instalasi secara mandiri.
3. Penelitian yang dilakukan oleh Aris Hidayat, mengenai kelayakan instalasi listrik rumah tangga berdaya ≤ 900 VA berumur di atas 15 tahun di Desa Bojonggede Kecamatan Ngampel Kabupaten Kendal.

2.3 Dasar – dasar Kelistrikan

Pengetahuan dasar tentang kelistrikan adalah perpindahan elektron karena adanya impuls yang menyebabkannya. Dalam teori kelistrikan kita akan mengenal dengan yang namanya arus listrik atau *current* (A), tegangan atau *voltage* (V) dan daya listrik atau *power* (P).

2.3.1 Arus Listrik (*current*)

Arus listrik ialah aliran muatan yang bergerak mengalir dari potensial tinggi menuju potensial rendah di antara dua titik pada bahan penghantar.



Gambar 2.1 Arah arus listrik dan gerakan elektron.

Arus listrik mengalir dari terminal yang positif (+) ke terminal negatif (-), sedangkan aliran listrik yang mengalir pada kawat penghantar terdiri dari aliran elektron yang bergerak dari terminal negatif (-) ke terminal positif (+). Arah aliran arus listrik dianggap berlawanan dengan arah gerakan elektron.

Formulasi arus listrik ialah $I = Q/t$ (*ampere*), di mana:

I = Besarnya arus listrik, *ampere*

Q = Besarnya muatan listrik, *coulomb*

t = Waktu, *second*

Sedangkan rumus yang digunakan untuk menghitung atau mengetahui nilai besarnya arus listrik adalah $I = P/V$, dengan satuan yang digunakan untuk arus adalah amperemeter (A), dimana:

I = Nilai arus

P = Daya listrik

V = Tegangan

2.3.2 Tegangan (*voltage*)

Tegangan adalah beda potensial pada dua titik dalam penghantar yang mengantar tegangan. Jika perbedaan itu besar, berarti tegangannya tinggi, sebaliknya jika perbedaan potensialnya kecil maka tegangannya rendah.

Besaran tegangan ialah bentuk parameter mengenai seberapa besar perbedaan potensial yang terjadi dan dikaji dalam satuan besarannya.

Rumusan beda potensial ialah $V = W/Q$ (*volt*), di mana:

V = Beda potensial atau tegangan, *volt*

W = Usaha dalam *newton-meter (Nm)* atau *joule*

Q = Muatan listrik, *coulomb*

Tegangan listrik sendiri dapat dihitung dengan menggunakan rumus $V = P/I$, dengan satuan yang dipakai pada tegangan adalah volt (V), dimana:

V = Tegangan

P = Daya

I = Arus

2.3.3 Daya Listrik (*electrical power*)

Daya listrik merupakan tenaga atau kekuatan listrik yang terjadi akibat timbulnya perbedaan potensial dan arus listrik yang mengalir dalam suatu kondisi aktifitas elektris. Apabila tidak ada tegangan maka daya listrik dikatakan nol dan tidak ada arus listrik.

Dengan cara lain bisa dibilang bahwa adanya daya listrik disebabkan oleh adanya aktifitas elektris atau aktifitas kelistrikan antara beda potensial dan arus listrik yang mengalir. Besar atau kecilnya daya listrik disebabkan oleh besarnya tegangan dan arus listrik. Besarnya tegangan bisa mendorong terbentuknya daya listrik yang besar, begitu pula dengan besarnya arus listrik yang mengalir akan mendorong terbentuknya daya listrik yang besar pula. Besarnya daya listrik adalah bentuk parameter tentang seberapa besar kekuatan listrik yang mengalir pada suatu aktifitas kelistrikan yang melibatkan arus dan tegangan.

Formulasi daya listrik adalah $P = I \times V$, dimana:

P = Daya listrik

I = Arus

V = Tegangan

Pengetahuan masyarakat akan dasar – dasar kelistrikan mengenai instalasi listrik sederhana rumah tinggal ditentukan oleh pengenalan mereka tentang:

- Pengetahuan dan perlengkapan peralatan yang dipakai serta fungsinya dan pemahaman tentang instalasi listrik sederhana.
- Peralatan meliputi tata cara pemasangan pada instalasi dan memnuhi standar kelayakan.
- Pengamanan dari bahaya listrik yang meliputi bahaya gangguan listrik, tindakan keselamatan dan peralatan pengaman yang berfungsi dengan baik agar dapat dikatakan layak.

- Cara – cara dalam menggunakan alat ukur berupa avometer digital maupun analog, tespen, serta cara membaca nilai pengukuran dan gambar instalasi.

2.4 Instalasi Listrik Pada Rumah Tinggal

Instalasi listrik ialah bagian terpenting pada sebuah bangunan rumah atau gedung yang berguna untuk menyebarkan energi listrik agar dapat dimanfaatkan sebagai media penerangan, pengoperasian peralatan elektronik, dan lain sebagainya. Instalasi listrik yang telah dirangkai akan mendapat suplai tegangan dari sumber PLN sehingga rangkaian instalasi listrik tersebut akan dialiri tegangan dan arus sehingga akan memberikan kekuatan atau daya listrik yang diperoleh dan kemudian akan disalurkan ke setiap titik – titik beban yang telah ditentukan.

Menurut pandangan Sugandi, I dkk, (2001) pada prinsipnya instalasi listrik adalah penyaluran energi dalam sebuah bangunan yang berfungsi sebagai penghantar. Penyaluran enegri listrik ini harus sesuai dengan peraturan yang telah distandarisasi olah Badan Standarisasi Nasional (BSN) dengan menerbitkan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) sebagai panduan umum instalasi listrik.

2.4.1 PUIL Sebagai Standarisasi Instalasi Listrik

PUIL 2011 merupakan persyaratan umum yang dijadikan peraturan baru yang dirilis oleh BSN. PUIL pertama kali dipublikasikan pada 1964 dan sudah mengalami beberapa pembaharuan dari tahun ke tahun, yaitu PUIL 1977, PUIL 1987, PUIL 2000 dan yang terakhir sampai saat ini adalah PUIL 2011.

Pada tahun 2000, PUIL sebagai Peraturan Umum Instalasi Listrik berubah menjadi Persyaratan Umum Instalasi Listrik dan telah diberlakukan secara wajib. Perkembangan teknologi dan Standar Internasional yang melatar belakangi terbitnya PUIL 2011 (SNI0225:2011) dan akan menjadi acuan baru dalam proses pemasangan instalasi listrik.

Badan Standar Nasional (BSN) bekerja sama dengan beberapa instansi pemerintah termasuk PT. PLN dan perguruan tinggi nasional, mengeluarkan sebuah standar yang berlaku dalam negeri ini yaitu PUIL 2000 yang mengacu pada standar *IEC 60634*, tentang instalasi listrik untuk bangunan dan gedung. *IEC (International Electrotechnical Commission)* adalah Lembaga organisasi yang bergerak di bidang teknik elektro dengan beranggotakan beberapa negara yang bertugas untuk menerbitkan dan mempublikasikan standar dan norma berupa peraturan – peraturan.

Hingga pada akhirnya terbitlah PUIL terbaru pada tahun 2011. BSN merilis dengan judul SNI 0225:2011, sebagai upaya agar bisa menyesuaikan *IEC 60634* yang mengalami revisi pada tahun 2009.

Pada tahun 2013, PUIL 2011 mengalami amandemen yang pertama hingga judulnya berubah menjadi SNI 0225:2011/Amd 1:2013. Amandemen yang pertama ini membahas mengenai PUIL 2011 sebagai standar yang wajib.

Dengan diterbitkannya PUIL 2011 yang memuat ketentuan – ketentuan pada pemasangan instalasi listrik beserta pemilihan peralatan dan perlengkapannya PUIL 2011 juga memperkenalkan tentang penggunaan peralatan dan perlengkapan dengan teknologi yang lebih canggih. Semua ini bertujuan menciptakan instalasi listrik yang aman, nyaman dan ramah bagi para penggunanya.

Dengan pemberlakuan PUIL 2011 sebagai standar wajib, diharapkan akan terciptanya instalasi yang aman dan juga mencegah resiko terjadinya kecelakaan yang diakibatkan oleh listrik bagi manusia dan lingkungannya, maupun resiko kebakaran yang disebabkan oleh gangguan listrik. Selain itu, dengan mengikuti aturan yang ada di dalam PUIL 2011, diharapkan akan terciptanya instalasi listrik yang berkualitas

dan handal dalam menyalurkan energi listrik sehingga efisien aliran dayanya dapat terjaga.

2.4.2 Pemeriksaan Berkala

Seiring perkembangan dan peningkatan kebutuhan akan energi listrik, menyebabkan instalasi listrik dalam rumah mengalami beberapa perubahan secara kualitas ataupun kuantitas. Seperti turunnya kualitas pada instalasi listrik seperti pada tahanan isolasi dan kawat penghantar mengalami pengerasan. Serta perubahan kuantitas seperti nilai tahanan isolasi, pembumian, arus dan tegangan yang tidak stabil dan bahkan tidak mencapai nilai maksimum karena perubahan – perubahan yang terjadi akibat penambahan titik beban tanpa menambahkan daya listrik. Perubahan keduanya sangat berpengaruh pada kelayakan akan instalasi listrik tersebut dan keselamatan bagi pemakai serta beresiko bagi peralatan elektronik lainnya.

Tabel 2.1 Jadwal Pemeriksaan dan Pengujian Berkala.

Instalasi pada instansi	Waktu Pemeriksaan
Rumah pribadi	5 Tahun
Rumah sakit umum	5 Tahun
Sekolah	5 Tahun
Bangunan komersial	5 Tahun
Bangunan insdutri	3 Tahun
Agro bisnis	3 Tahun
Instalasi sementara	3 Tahun
Penerangan darurat	3 Tahun
Sistem alarm	1 Tahun
Kompleks hiburan	1 Tahun

Tidak semua instalasi listrik pada rumah atau gedung – gedung bangunan didesain dan dikerjakan dengan cermat bahwa akan bekerja dengan baik selamanya seperti yang diharapkan. Penuaan akan terjadi seiring dengan berjalannya waktu karena

penggunaan yang normal dan terus menerus. Oleh karena itu, peraturan dalam menentukan dan pemeriksaan standarisasi yang dilakukan secara berkala sangatlah bermanfaat.

2.5 Media Penghantar Instalasi

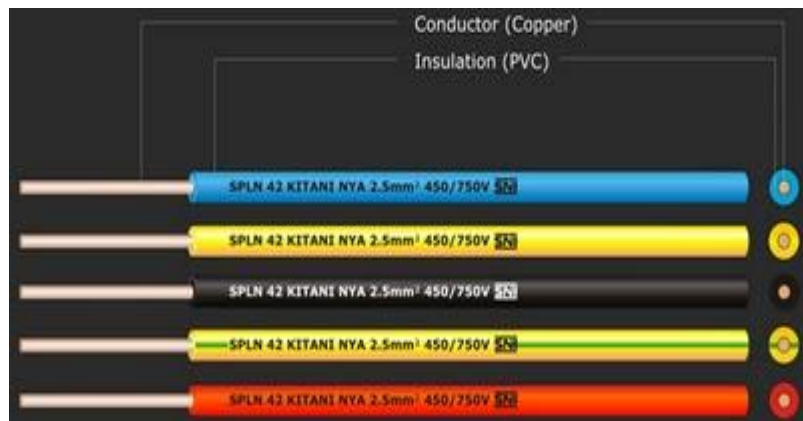
Dalam proses pemasangan pada instalasi energi listrik dari panel kontrol ke beban harus menggunakan kabel penghantar haruslah sesuai. Hal ini perlu diperhatikan agar instalasi listrik dapat bekerja dengan baik dan dapat berfungsi sebagai sistem proteksi (arus bocor ke *grounding*). Penghantar terdiri dari dua jenis yaitu kawat dan kabel dari bahan tembaga.

Kawat ialah bahan penghantar tanpa pembungkus atau isolasi yang dibuat dari tembaga (*Cu*) ataupun aluminium (*Al*). Sedangkan kabel ialah bahan penghantar yang dibungkus dengan bahan isolasi, ada yang berinti satu dan berinti lebih, ada yang keras dan ada juga yang elastis atau berserabut. Setiap penghantar digunakan berdasarkan kondisi dan kebutuhannya. Kabel penghantar yang digunakan dalam instalasi listrik ialah kabel NYA, kabel NYM dan kabel NYY.

2.5.1 Jenis Kabel Penghantar

1. Kabel NYA

Kabel NYA adalah berinti tunggal yang dilapisi bahan isolasi *PVC (Polivinil Clorida)*. Kabel ini digunakan untuk instalasi dalam rumah. Biasanya digunakan sebagai kabel instalasi dalam loteng. Pada instalasi rumah digunakan ukuran 1,5 mm dan 2,5 mm. Kode warna isolasi pada jenis kabel ini ada warna merah, kuning, biru dan hitam.



Gambar 2.2 Kabel NYA.

Kabel jenis ini paling banyak digunakan di perumahan karena harganya yang murah. Lapisan isolasinya hanya satu lapis sehingga mudah cacat, tidak tahan air dan mudah digigit tikus. Kabel NYA adalah tipe kabel udara.

Instruksi pada kabel ini dalam pipa memiliki beberapa keuntungan, yaitu perlindungan terhadap pengaruh mekanis yang dapat merusak, melindungi bangunan dari adanya bahaya kebakaran karena *korsleting* (arus pendek) dan juga memudahkan dalam pemasangan kembali dan pembongkaran pada waktu perbaikan atau penggantian penghantar yang sudah rusak.

Pemasangan pada kabel tidak menggunakan pipa PVC dilakukan dengan memakai batu isolator (*isolator rol*).

Isolator rol ialah benda berbahan isolasi yang dipakai untuk menempelkan atau melilitkan kabel jenis NYA pada pemasangan instalasi listrik.



Gambar 2.3 Isolator Rol.

Menurut buku PUIL 2000 (pasal 7.8.4.1) isolator rol harus dipasang sedemikian rupa untuk jenis kabel NYA dengan jarak minimum untuk penghantar satu dengan yang lainnya adalah ± 3 cm. Jarak antara titik tumpunya tidak boleh lebih dari 1 meter.

Pemakaian jenis kabel NYA diberlakukan ketentuan sebagai berikut:

- Untuk pemasangan dalam jangkauan tangan, kabel NYA harus dimasukkan dalam pipa *PVC* sebagai pelindung.
- Kabel NYA tidak harus dipasang langsung menempel pada plesteran (*cor - coran*), kayu dan tidak boleh ditanam langsung, tetapi harus dipasang dalam pipa *PVC*.
- Kabel NYA tidak harus dipasang pada ruangan yang lembab, di daerah terbuka di tempat kerja dan gudang yang memiliki resiko akan bahaya kebakaran.

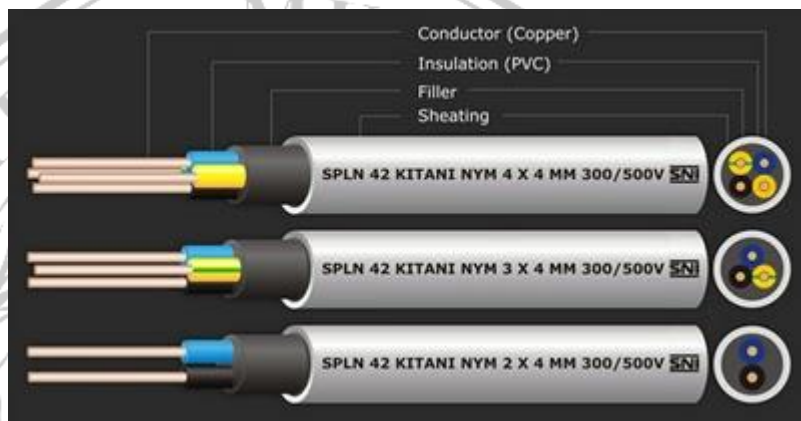
Dalam sebuah instalasi rumah, pemasangan kabel NYA yang tanpa menggunakan pipa, dilaksanakan apabila:

- Pemasangan di tempat tertutup.

- Pemasangan penghantar di luar jangkauan tangan (lebih tinggi dari 2,5 meter di atas tanah).
- Ketentuan – ketentuan di atas berarti bahwa biarpun penghantar itu tinggi tapi kelihatan dari ruangan, maka disarankan harus menggunakan pipa *PVC* sebagai pelindung.

2. Kabel NYM

Kabel NYM adalah penghantar dari tembaga yang berinti lebih dari satu, berisolasi dan berselubung *PVC*.



Gambar 2.4 Kabel NYM.

Keuntungan dari kabel NYM adalah lapisan isolasinya yang dapat menahan panas dan juga aman dalam jangka waktu yang lama.

Kabel jenis ini bisa dipakai pada atas dan luar plesteran, bisa ditempelkan di tembok dan kayu. Kabel NYM juga dapat bertahan di ruangan yang lembab, tahan terhadap pengaruh asam, gas, uap dan mudah dibengkokkan. Kabel NYM berisolasi inti biasanya diberi kode warna kuning strip hijau, biru, hitam dan merah. Khusus kabel warna kuning – hijau biasanya digunakan sebagai *grounding*.

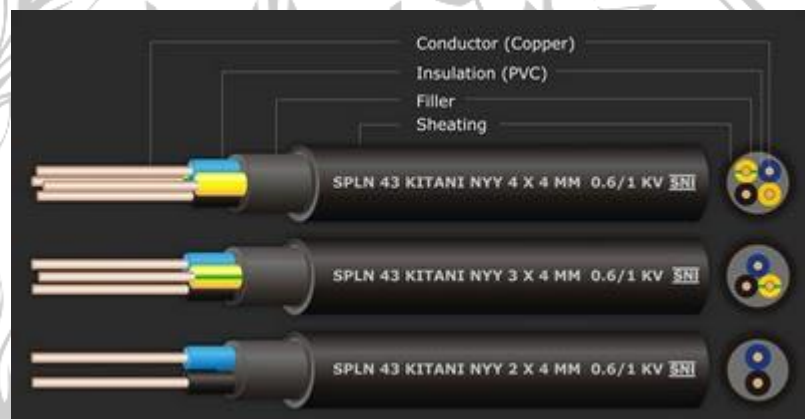
Ketentuan dalam pemasangan kabel NYM:

- Tidak dianjurkan untuk pemasangan dalam tanah.

- Bisa dipasang langsung menempel pada dinding beton atau kayu dan tidak disarankan untuk ditanam dalam tembok.
- Bisa dipasang pada ruangan lembab atau basah.
- Bisa dipasang pada bagian konstruksi bangunan, rangka dan lain sebagainya.

3. Kabel NYY

Kabel NYY merupakan jenis kabel *thermoplastic* atau kabel yang dapat dipasang dalam tanah yang biasa digunakan pada sistem tenaga di industri – industri. Untuk perlindungan jika ditanamkan dalam tanah bisa diberikan pipa, pasir dan bebatuan di atasnya.



Gambar 2.5 Kabel NYY.

Pemakaian kabel NYY adalah untuk kabel tenaga ataupun di lingkungan bebas. Bisa digunakan pada saluran penghantar dan dipasangkan dengan peralatan hubung bagi.

2.5.2 Persyaratan Penghantar pada Instalasi Listrik

1. Besar Luas Penampang Penghantar

Pada buku PUIL tahun 2000, luas kabel untuk pemasangan konstan wajib berbahan konduktor dengan diameter yang ditetapkan dalam ukuran luas kawat sebagai penghantar dan satuannya dalam mm². (Pasal 7.1.1.2).

Tabel 2.2 Daftar Kuat Hantar Arus (KHA) untuk Penghantar Berinti Tunggal Berselubung Isolasi (Kabel NYA).

Luas Penampang mm ²	Arus Maksimal Dalam Pipa (A) Pada Suhu (30°)	Arus Maksimal Jaringan Udara (A) Pada Suhu (40°)
1,5	15	24
2,5	19	32
4	25	43
6	33	54
10	45	73
16	61	98
25	83	129

Tabel 2.3 Daftar Kuat Hantar Arus (KHA) untuk Penghantar Berinti Lebih dari satu Berselubung Isolasi (Kabel NYM).

Luas Penampang mm ²	Arus Maksimal Dalam Pipa (A) Pada Suhu (30°)	Arus Maksimal Jaringan Udara (A) Pada Suhu (40°)
1,5	19	16
2,5	25	22
4	34	30
6	44	39
10	61	53
16	82	71
25	108	94

Tabel 2.4 Daftar Kuat Hantar Arus (KHA) untuk Penghantar Berinti Lebih dari satu Berselubung Isolasi (Kabel NYY).

Luas Penampang mm ²	Arus Maksimal Dalam Pipa (A) Pada Suhu (30°)	Arus Maksimal Jaringan Udara (A) Pada Suhu (40°)
1,5	24	18
2,5	32	25
4	41	34
6	52	44
10	69	60
16	89	80
25	116	105

2. Identifikasi Pada Warna Kabel

Identifikasi warna kabel pada tiap penghantar bertujuan untuk mendapatkan pengertian dan kode pada pemasangan instalasi. Pemanfaatan warna pada kabel penghantar diberlakukan ketentuan sebagai berikut:

- *IEC 60446 (International Electrotechnical Commission)* menuliskan peraturan dalam pemakaian kode warna dengan tujuan mengidentifikasi penghantar dari masing – masing kabel dengan maksud untuk mencegah terjadinya kesalahan atau kekeliruan dalam pemasangan instalasi listrik.

Menurut peraturan *IEC 60446*, standar warna pada kabel yang disarankan ialah warna coklat, warna hitam, warna orange, warna merah, warna kuning,

warna biru, warna hijau, warna ungu, abu – abu dan warna putih.

Tabel 2.5 Standar Warna Identifikasi pada Kabel Menurut IEC 60446.

Terminal	Identifikasi warna pada Line	
	Port	Kode Warna
<i>Line 1</i>	L1	●
<i>Line 2</i>	L2	●
<i>Line 3</i>	L3	●
<i>Mid – point conductor</i>	M	●
<i>Neutral</i>	N	●

- *AS/NZS 3000 (New Zealand Standard)* merupakan ketentuan untuk persyaratan dan pengujian pada sebuah instalasi yang termasuk dalam pemilihan dan pemasangan peralatan yang merupakan komponen pada sebuah instalasi listrik.

Dalam peraturan ini standar warna kabel yang diharuskan adalah:

- Kabel *phase* harus warna coklat atau merah.
- Kabel *neutral* warna biru atau hitam.
- Kabel *grounding* warna kuning strip hijau, warna kuning atau warna hijau.

- *BS 7671 (British Standard)*

Peraturan ini merupakan syarat untuk desain konstruksi dan pengujian pada instalasi listrik,











termasuk dalam pemilihan dan pemasangan alat listrik yang menjadi bahan pada sebuah instalasi. Dalam peraturan ini standar warna kabel yang diharuskan adalah:

- Penghantar pada sistem *single phase* adalah warna coklat (*Brown*).
- Sistem tiga fasa warna coklat, hitam dan abu – abu. Bukan merah, kuning dan biru.
- Konduktor netral atau *mid – point conductor* adalah warna biru.

- PUIL 2011

Merupakan standar persyaratan yang digunakan di Indonesia. Persyaratan kode warna pada kabel berlaku untuk semua jenis instalasi, baik permanen maupun yang berubah – berubah atau sementara.

Tabel 2.6 Standar Identifikasi Warna Kabel Berdasarkan PUIL 2011.

Penghantar	PUIL 2000	PUIL 2011
Fasa 1 (L1/R)		
Fasa 2 (L2/S)		
Fasa 3 (L3/T)		
Netral (N)		
Pembumian (G)		

SNI 0225:2011

5210 MOD Identifikasi kabel dengan warna

CATATAN Lihat 134.1.3 Bagian 1.

5210.2 MOD Penggunaan warna loreng hijau-kuning

Warna loreng hijau-kuning hanya boleh digunakan untuk menandai konduktor pembumian, konduktor proteksi, dan konduktor yang menghubungkan ikatan ekuipotensial ke bumi.

5210.3 MOD Penggunaan warna biru

Warna biru digunakan untuk menandai konduktor netral atau kawat tengah, pada instalasi listrik dengan konduktor netral. Untuk menghindari kesalahan, warna biru tersebut tidak boleh digunakan untuk menandai konduktor lainnya. Warna biru hanya dapat digunakan untuk maksud lain, jika pada instalasi listrik tersebut tidak terdapat konduktor netral atau kawat tengah. Warna biru tidak boleh digunakan untuk menandai konduktor pembumian.

286 dari 639

Gambar 2.6 Identifikasi Warna Kabel Menurut Buku PUIL 2011.

Berdasarkan PUIL tahun 2011 amandemen 1 tahun 2013 poin – poin yang dijadikan acuan di dalam dokumen tersebut adalah sebagai berikut sesuai dengan *SNI IEC 60445* adalah 5210.1 MOD, 5210.2 MOD dan 5210.3 MOD.

Dengan adanya larangan mengutip langsung dari dokumen PUIL, mengharuskan penulis untuk menunjukan nomor refrensinya saja. Sehingga dengan panduan tersebut warna kabel listrik yang digunakan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Old Cable Colour Code		
	Single Phase	Three Phase
Phase Conductor (Line)	Red or Yellow or Blue	Line 1 Red Line 2 Yellow Line 3 Blue
Neutral Conductor	Black	
Protective Conductor (Earth)	Green-and-Yellow	

New Cable Colour Code		
	Single Phase	Three Phase
Phase Conductor (Line)	Brown	Line 1 Brown Line 2 Black Line 3 Grey
Neutral Conductor	Blue	
Protective Conductor (Earth)	Green-and-Yellow	

Gambar 2.7 Identifikasi Warna Kabel Yang Mengalami Perubahan.

Berdasarkan PUIL terbaru 2011 amandemen 2013, *SNI IEC 60445*, ketentuan penggunaan warna kabel dalam sebuah instalasi listrik adalah sebagai berikut:

- Warna coklat sebagai konduktor fasa 1 (Line 1).
- Warna hitam sebagai konduktor fasa 2 (Line 2).
- Warna abu – abu konduktor fasa 3 (Line 3).
- Warna biru sebagai netral (N).
- Warna kuning – hijau sebagai pembumian (G).

Namun pada kenyataannya, ada perbedaan yang terjadi di pasaran. Pada umumnya, toko listrik hanya menyediakan jumlah inti kabel antara dua inti, tiga inti dan paling banyak hanya sampai empat inti saja. Jika kita memasang instalasi listrik satu fasa, kita dapat menggunakan jenis kabel NYA berinti tunggal atau jenis kabel NYHY 3 x 1,5 mm². Artinya jenis kabel ini adalah jenis kabel yang berinti lebih dari satu, yaitu berinti tiga dengan luas penampang 1,5 mm². Jenis kabel ini sudah terdapat warna coklat untuk fasa, warna biru untuk netral dan warna kuning – hijau untuk pembumian. Hal ini tentu menimbulkan masalah pada warna kabel karena sepertinya kabel multi – inti yang terdapat lima warna masih jarang ada di pasaran. Lalu bagaimana cara penyambungan agar tetap mematuhi aturan pada PUIL tahun 2011 amandemen 2013 tersebut? Berikut ini adalah cara penyambungannya. (*Update 31 Juli 2016 20:55*).



Gambar 2.8 Teknik Penyambungan Kabel Listrik 3 Fasa sistem 3P+N+E

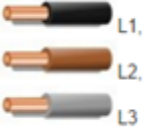


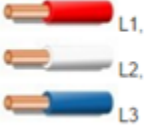








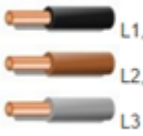


Pada umumnya kabel listrik multi – inti yang dijual seperti NYY, NYMHY dan NYYHY hanya terdiri dari dua, tiga dan empat inti kabel. Walaupun dalam aturan *SNI IEC 60445* warna biru sebagai netral dan kuning – hijau sebagai pembumian, teknik pemasangannya adalah seperti pada gambar di atas.

Kedua kabel NYA dan NYM harus diikat dengan *cable ties* agar tidak terpisah. Berdasarkan SNI alasan yang mendasari teknik penyambungan sistem tiga fasa pada gambar di atas adalah:

- Kabel fasa adalah setrum atau api, jadi harus terlindungi di dalam pembungkus (*sheating/sleeve*). Yang berarti coklat, hitam dan kuning – hijau pada kabel digunakan sebagai penghantar transmisi setrumnya.
- Kabel netral berfungsi sebagai pelengkap rangkaian tertutup pada aliran listrik dari penghantar fasa.
- Kabel pembumian (*grounding*) bisa dipaparkan di luar kabel pembungkusnya. Seandainya kabel *grounding* terkelupas maka risikonya bisa dikatakan rendah.

Untuk mempermudah dalam pengidentifikasian warna pada kabel, berikut ini akan diberikan tabel rangkuman perbandingan dari beberapa standar internasional dan nasional.

Tabel 2.7 Rangkuman Perbandingan Warna Kabel Menurut SNI dan SI

Identifikasi Pada Warna Kabel			
Standar yang digunakan	Fasa/ <i>Phase</i>	Netral/ <i>Neutral</i>	<i>Protective Earth/Grounding</i>
<i>IEC 60446</i>	 L1, L2, L3		
<i>AS/NZS 3000</i>	Kabel AS/NZS  L1, L2, L3		
<i>AS/NZS 3000</i>	Standar Eropa  L1, L2, L3		
<i>BS 7671</i>	Standar Eropa  L1, L2, L3		
<i>PUIL 2011</i>	 L1, L2, L3		

3. Tahanan Isolasi Kabel

Dalam sebuah instalasi listrik satu fasa, tahanan isolasi berperan menentukan kualitas dari sebuah instalasi listrik dan sebagai sarana proteksi dasar.

Untuk memastikan agar isolasi pada kabel listrik dalam keadaan normal dan berfungsi mencegah arus bocor, maka

tahanan isolasi harus mempunyai nilai tahanan dengan nilai minimum 1000Ω dikalikan dengan tegangan listrik.

Nilai resistansi minimum ditentukan oleh nilai tahananannya. Oleh sebab itu perlu dilakukan pengecekan dan pemeriksaan berkala dari pengukuran agar dapat diketahui nilai resistansinya apakah masih layak atau tidak. Nilai resistansi tahanan isolasi memiliki nilai minimum yaitu:

$$1000 \Omega \times V$$

Contohnya jika sebuah penghantar berisolasi, menghantarkan arus senilai 220 V. Maka nilai minimum tahanan isolasinya adalah

$$1000 \Omega \times 220 V = 220.000 \Omega \rightarrow 220 K\Omega.$$

Semakin besar nilai tahanan isolasi, maka dianggap semakin baik fungsi tahanan isolasi tersebut.

Pentingnya pengujian tahanan isolasi (*Insulation Test*) adalah agar nilai tahanan pada kabel penghantar dapat berfungsi dengan baik dan apabila nilai tahanan isolasi di bawah nilai minimum, maka akan mengakibatkan berbagai macam gangguan, seperti kebocoran pada arus listrik, terjadinya hubung singkat (*short circuit*), kebakaran dan kecelakaan.

Cara pengukuran tahanan isolasi adalah dengan mengetahui nilai tegangan terlebih dahulu dengan alat ukur *avometer*. Sebelum dilakukan pengukuran, pastikan terlebih dahulu kabel yang akan diukur dengan cara putuskan sambungan pada PHB atau MCB. Lepaskan masing – masing kabel dari terminal atau sambungannya dan pastikan bahwa kabel tidak saling bersentuhan satu sama lain ataupun dengan benda – benda disekitarnya. Langkah pengukurannya adalah kabel fasa dengan netral, kabel netral dengan pentanahan dan kabel fasa dengan pentanahan.

4. Kebocoran Arus Listrik

Kebocoran arus listrik tergantung pada besar tegangan yang didapatkan, kapasitas sistem, total nilai tahanan dan pengaruh suhu pada bahan material.

Kebocoran arus listrik dapat dibagi menjadi 3 jenis, yaitu:

- Kebocoran absorsi polarisaisi (IA)
 - Molekul material terpolarisasi pada bahan bukan elektrik.
 - Nilai kapasitif kecil, arus listrik besar untuk beberapa detik lalu turun menjadi nol.
 - Nilai kapasitif besar, arus besar dalam waktu yang lama lalu turun ke nilai tertentu (tidak nol) dalam waktu yang cukup lama, bahkan mungkin saja tidak turun.
- Kebocoran konduktif (IL)
 - Arus normal yang mengalir melewati isolasi.
 - Bertambah seiring dengan menurunnya kemampuan tahanan isolasi dan inilah yang sangat penting.
- Kebocoran pengisian kapasitif (IC)
 - Konduktor yang terisolasi dan saling berdekatan bersifat seperti kapasitor.

Jika dibandingkan dengan arus pengisian/kapasitif, arus diserap lebih lambat. Hal ini karena pengaruh arus pada pengisian dan arus diserap dalam pengukuran dengan *insulation tester analog*. “Arus pengisian akan maksimum (*resistansi isolasi = kecil*), diawal pengujian dan perlahan – lahan menurun (*resistansi isolasi = besar*) sampai pada waktu tertentu digantikan oleh arus diserap”.

Bocornya arus listrik sering terjadi pada resistansi tinggi dan ini adalah kesalahan pada hasil pengukuran.

Tabel 2.8 Tegangan Pengujian Tahanan Isolasi pada Kabel Penghantar

Nilai V pada kabel	Nilai V yang digunakan untuk pengujian
50 V	50 V dan 100 V
100 V	100 V dan 250 V
440 V – 550 V	500 V dan 1000 V
2.400 V	1000 V – 2.500 V

2.6 Pengaman Instalasi

Yang dimaksud dengan pengaman instalasi adalah alat elektronik yang berfungsi sebagai pengaman dan keamanan bagi sebuah instalasi yang ada pada rumah serta keamanannya bagi manusia.

2.6.1 MCB (*Miniature Circuit Breaker*)

Pengaman instalasi yang wajib digunakan ialah MCB, sebuah perangkat elektromekanikal yang berfungsi sebagai pelindung rangkaian listrik yang berlebihan akibat beban berlebih.



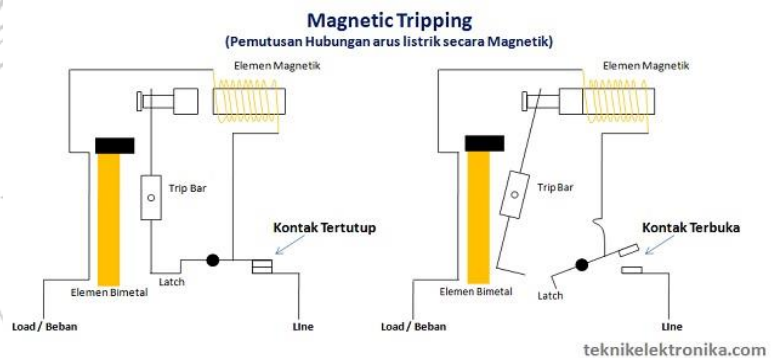
Gambar 2.9 MCB (*Miniature Circuit Breaker*)

MCB bisa memutuskan arus listrik dengan cara otomatis ketika arus yang melalui MCB melebihi batasan nilai yang ditentukan. Pada dasarnya MCB mempunyai fungsi yang mirip dengan sekering (*fuse*) di mana, dapat memutuskan arus listrik pada saat terjadinya gangguan atau beban lebih (*over load*).

Prinsip kerja MCB adalah untuk memutuskan arus listrik secara otomatis dan dapat berfungsi sebagai saklar untuk menghubungkan (ON) dan memutuskan (OFF). Pada saat terjadi hubung singkat atau arus pendek (*short circuit*) MCB akan OFF secara otomatis. Pengoperasian ini dilakukan secara mekanik dengan dua cara, yaitu *magnetic tripping* dan *thermal tripping*.

➤ *Magnetic tripping*

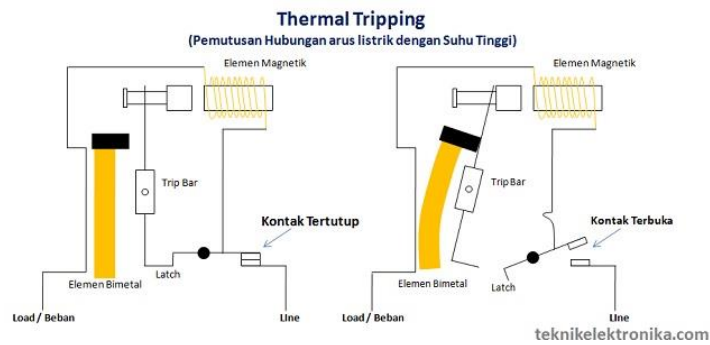
Ketika terjadi *short circuit* atau *over load* maka MCB secara otomatis akan memutuskan hubungan secara magnetik di mana medan magnet pada solenoid akan menarik palang (*latch*) sehingga akan memutuskan kontak MCB (*tripp*).



Gambar 2.10 *Magnetic Tripping*

➤ *Thermal tripping*

Pada saat kondisi *overload* arus yang mengalir melalui bimetal menyebabkan suhu menjadi tinggi atau panas sehingga bimetal akan melengkung dan memutuskan kontak MCB secara otomatis (*tripp*).



Gambar 2.11 *Thermal Tripping*

2.6.2 Pengaman Lebur / Sekering (*fuse*)

Selain MCB ada juga pengaman listrik lainnya yaitu pengaman lebur atau sering disebut sekering (*fuse*) yang handal dan tahan lama untuk jangka waktu 15 – 20 tahun.



Gambar 2.12 Pengaman Lebur

Fungsi dan kegunaannya adalah melindungi sistem peralatan dengan sistem *fuse* yang dapat memutuskan arus lebih dan tahan terhadap perubahan tegangan balik (*transient recovery voltage*). Berikut ini adalah tabel kode warna pada pengaman lebur.

Tabel 2.9 Kode Warna Pengaman Lebur

Kode Warna	Arus Nominal
Hijau	6 A
Merah	10 A
Abu – abu	15 A
Biru	20 A
Kuning	25 A
Hitam	35 A
Putih	50 A
Tembaga	60 A
Coklat	80 A
Kuning emas	100 A

Proteksi ini pada umumnya dimanfaatkan sebagai:

- Pengaman hantaran, piranti, dan pemanfaatan motor listrik.
- Pengamanan pada antar fasa atau fasa dan netral/*ground*.
- Pengaman pada arus pendek dengan body. (*Panduan Instalasi Listrik untuk Rumah, 2001. 128*).

Pengaman lebur harus memiliki syarat sebagai berikut:

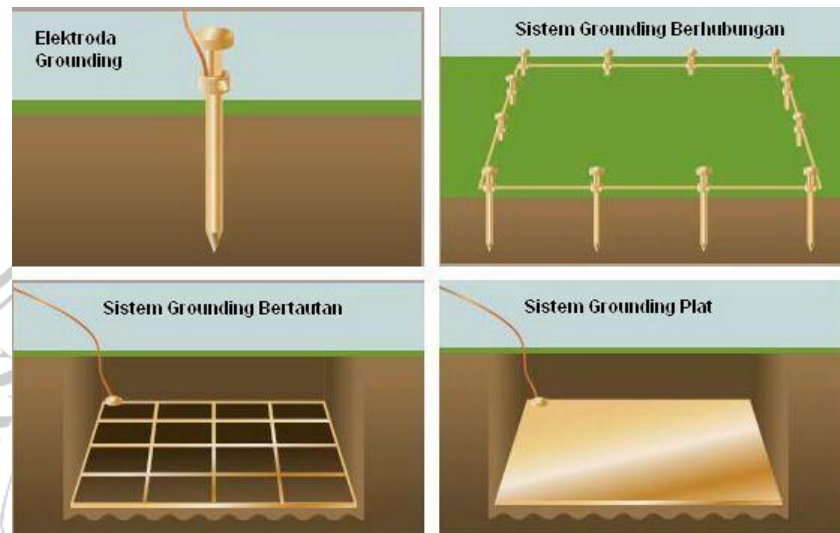
- Memiliki nilai daya hantar yang besar.
- Bisa melepaskan energi panas dengan baik.
- Tidak boleh mengandung kadar oksigen.
- Waktu mencair pembentukan gas sedikit.

2.6.3 Pentanahan (*grounding*)

Pengamanan kelistrikan yang berguna untuk menjaga keselamatan dari bahaya tegangan sentuh adalah *grounding*.

Sistem *grounding* ialah pengaman yang bekerja apabila terjadi tegangan sentuh maka arus listrik akan dihantarkan langsung ke tanah dengan sistem pentanahan. Nilai pada tahanan

pun berbeda – beda tergantung pada jenis tanahnya. Penghantar yang ditanam ke dalam tanah dan membuat hubungan langsung dengan tanah adalah elektroda bumi. Sebagai media elektroda tanah, digunakan bahan tembaga atau baja dan tidak disarankan memakai bahan lain.



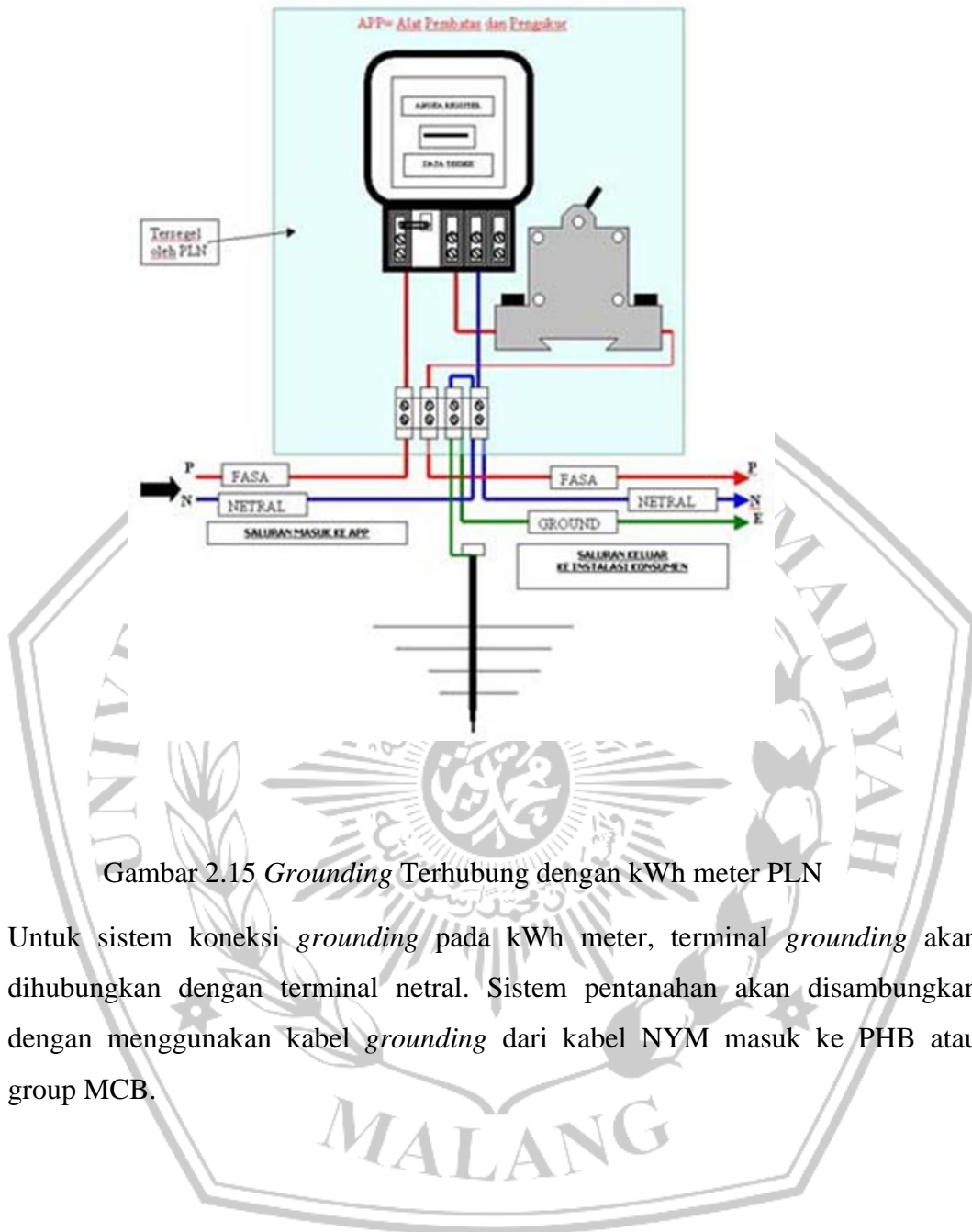
Gambar 2.13 Sistem Pentanahan / *Grounding*

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa ada berbagai macam elektroda yang dipakai, yaitu *elektrode* pita, *elektrode* batang, *elektrode* pelat dan *elektrode* pipa air. Cara pemasangan *grounding* dapat menggunakan sebuah elektroda khusus untuk pembedaan yang ditanamkan dalam tanah.



Gambar 2.14 Pemasangan *Grounding*

Kabel *grounding* secara umum terhubung di kWh meter PLN.



Gambar 2.15 *Grounding* Terhubung dengan kWh meter PLN

Untuk sistem koneksi *grounding* pada kWh meter, terminal *grounding* akan dihubungkan dengan terminal netral. Sistem pentanahan akan disambungkan dengan menggunakan kabel *grounding* dari kabel NYM masuk ke PHB atau group MCB.